

**RANCANGAN PEMBELAJARAN SEMESTER
(RPS) DAN MODUL PEMBELAJARAN BIOKIMIA**

Oleh :

**ASTRIA UTAMI
NPM :1411060265**

Jurusan : Pendidikan Biologi

Pembimbing : Aulia Novitasari,M.Pd



FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

RADEN INTAN

LAMPUNG

2021

ABSTRAK

Oleh:

Astria Utami

Modul ini disusun dengan tujuan untuk mengembangkan wawasan pembaca, selain itu memubahkan pembaca untuk belajar mandiri khususnya mahasiswa terkait dengan Biokimia. Khusus untuk Biokimia ini terdapat materi karbohidrat, protein, asam nukleat, enzim, lipid, vitamin dan mineral. Berbagai macam molekul biokimia merupakan hal unik yang dapat di pelajari dan menjadi tema penelitian di bidang Biologi. Banyak sekali yang dapat dipelajari dari modul ini, terutama untuk kehidupan kita sehari-hari. Modul elektronik yang dibuat terdiri dari pendahuluan, pembahasan materi, gambar serta tes formatif pada tiap materi yang sesuai dengan capaian pembelajaran mata kuliah biokimia. Selain modul juga terdapat Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) yang bisa di gunakan dosen ataupun pendidik dalam rancangan pembelajaran.

Kata kunci: Modul, RPS, Karbohidrat, Protein, Asam Nukleat, Enzim, Lipid, Vitamin dan Mineral.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi/Modul : **Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) Dan Modul**
Biokimia

Nama Mahasiswi : **Astria Utami**

NPM : **1411060265**

Jurusan : **Pendidikan Biologi**

Fakultas : **Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Untuk Dimunaqasyahkan dan Dipertahankan dalam sidang Munaqasyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing

Aulia Novitasari, M.Pd.
NIP.-

Mengetahui
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Eko Kuswanto, M.Si.
NIP. 19750514 2008 01 1 009



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260


PENGESAHAN

Proposal dengan judul: **Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) dan Modul Biokimia** disusun oleh: **Astria Utami**, NPM: **1411060265**, Jurusan Pendidikan Biologi telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal: 10 Juni 2021

TIM MUNAQOSYAH

Ketua	: Dr. Eko Kuswanto, M.Si	 (.....)
Sekretaris	: Akbar Handoko, M.Pd	 (.....)
Pembahas Utama	: Fredi Ganda Putra, M.Pd	 (.....)
Pembahas I	: Aulia Novitasari, M.Pd	 (.....)

**Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**


Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.
NIP. 19640828 198803 2 002

MOTTO

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهُ لَكُمْ وَعَسَىٰ أَن تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن

تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ (٢١٦)

Artinya : “Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”. (Q.S Al-Baqarah : 216)

PERSEMBAHAN

Teriring do'a dan rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kasih sayang serta ilmunya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga Allah SWT limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta seluruh keluarganya dan seluruh sahabat serta umatnya yang senantiasa gigih memperjuangkan risalah-Nya. Kupersembahkan sebuah karya kecil ini sebagai tanda cinta dan kasihku yang tulus kepada :

1. Orang tua ku tercinta, Ayahanda Ridwan dan Ibunda Tuti Junariah yang telah membesarkanku dengan penuh kasih sayang, mendidikku dengan kesabaran, yang tiada pernah hentinya selama ini yang memberiku semangat positif, do'a, nasehat, pengorbanan yang tak tergantikan untuk menuju keberhasilan dan kesuksesanku. Sosok inspirasi ku yang selalu mengajarkan makna dari kehidupan. Alhamdulillah Allah SWT menjadikan ku buah hati dari figur hebat dan istimewa seperti kalian.
2. Adik-adikku tercinta yang selalu menyemangati, mendukung dan mendoakan keberhasilan dan kesuksesanku dalam menyelesaikan pendidikan ini.
3. Serta teman-temanku yang sudah berjuang bersama menyelesaikan studi ini.

RIWAYAT HIDUP

Saya Astria Utami, Dilahirkan di Bandar Lampung tepatnya di Tanjung Karang pada hari Senin tanggal 10 April 1995. Anak pertama dari enam bersaudara pasangan dari Bapak Ridwan dan Ibu Tuti Junariah. Peneliti memulai pendidikannya di Taman Kanak-kanak Fransiscus 1 Tanjung karang pada tahun 2000, menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Fransiscus 1 Tanjung pada tahun pada tahun 2007. Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan Pendidikan di SMP Perintis 1 Bandar Lampung dan tamat pada tahun 2010. kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Perintis 2 Bandar Lampung pada tahun 2010 dan selesai pada tahun 2013. Pada tahun 2014 peneliti melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Jurusan Pendidikan Biologi.

Dengan ketekunan motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, Penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Rancangan Pembelajaran Semester (RPS) Dan Modul Biokimia”**.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wata'ala yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua. Sholawat serta salam semoga tercurah kepada Rasulullah Salallaahu 'alaihi wasallam. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul “ Biokimia”. Modul ini merupakan modul mata kuliah Biokimia yang disusun sebagai literatur penuntun pembelajaran dengan tujuan mempermudah para Mahasiswa dalam memahami konsep Biokimia yang meliputi Karbohidrat, Protein , Asam Nukleat, Enzim, Lipid, Vitamin dan Mineral.

Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam pembuatan modul, oleh karenanya penulis berharap adanya masukan dan kritikan untuk kesempurnaan modul

ini dim masa mendatang. Tak lupa ucapan terima kasih kepada para dosen Prodi Biologi yang telah memberi dukungan atas pembuatan modul ini. Semoga Allah memberikan ganjaran yang berlimpah.

Bandar lampung, Mei 2021

Penyusun

Astria Utami

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

ABSTRAK

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

MOTTO

PERSEMBAHAN

RIWAYAT HIDUP

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

Deskripsi..... ii

Petunjuk Penggunaan Modul iii

Tujuan Pembelajaran.....iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Pengertian Biokimia	1
Tugas.....	5

BAB II KARBOHIDRAT

2.1 Monosakarida.....	7
2.2 Oligosakarida	12
2.3 Polisakarida.....	16
2.4 Derivat dan Gabungan Karbohidrat	22
2.5 Fungsi Biologi Karbohidrat	23
Tugas.....	24

BAB III PROTEIN

3.1 Klasifikasi Protein	26
3.2 Struktur Protein	30
3.3 Fungsi Protein.....	33
3.3 Asam Amino.....	36

Tugas	46
-------------	----

BAB IV ASAM NUKLEAT

4.1 Komposisi Kimia Asam Nukleat.....	47
4.2 Komposisi Basa Penyusun Asam Nukleat	58
4.3 Fungsi Biologi Asam Nukleat	63
Tugas	66

BAB V ENZIM

5.1 Penamaan dan Klasifikasi Enzim.....	68
5.2 Koenzim, Gugus Prastetik dan Aktivator.....	70
5.3 Kinetika Reaksi	72
5.4 Kinetika Reaksi Enzim.....	74
5.5 Mekanisme Reaksi Enzim.....	76
5.6 Mekanisme Kerja Enzim.....	78
5.7 Faktor Mempengaruhi Aktifitas Enzim.....	80

Tugas.....	82
------------	----

BAB VI LIPID

6.1 Pengertian dan Ciri Khas.....	83
6.2 Fungsi Biologi dari Lipid.....	84
Tugas.....	92

BAB VII VITAMIN DAN MINERAL

7.1 VITAMIN.....	93
1. Klasifikasi Vitamin	94
2. Vitamin yang Larut Dalam Minyak atau Pelarut Lemak	95
3. Vitamin yang Larut Dalam Air	98
7.2 MINERAL.....	106
1. Komposisi Mineral Dalam Tubuh dan Kegunaannya	106
Tugas	115

DAFTAR PUSTAKA

Deskripsi

Modul pembelajaran Biokimia ini merupakan panduan belajar bagi mahasiswa Pendidikan Biologi yang berisikan materi mengenai Karbohidrat, Protein, Asam Nukleat, Enzim, Lipid, Vitamin dan Mineral yang disusun sedemikian rupa dan diharapkan dapat memberikan penguatan bagi mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan yang terselenggara.

Petunjuk Penggunaan Modul

Sebelum anda mempelajari modul ini, sebaiknya anda membaca terlebih dahulu petunjuk penggunaan berikut :

1. Pada modul ini, disediakan materi per bab dan setiap bab terdapat sub bab agar memudahkan mahasiswa dalam mencari dan memahami materi yang disediakan
2. Mata kuliah ini memiliki alokasi waktu 150 menit disetiap pertemuan yang terbagi atas 16 kegiatan perkuliahan. Pembagian kegiatan perkuliahan tersebut telah disesuaikan dengan alur implementasinya sehingga pemahaman satu materi akan sangat penting sebagai modal anda dalam memahami kegiatan perkuliahan berikutnya.
3. Pada setiap akhir kegiatan perkuliahan, terdapat tes formatif yang disediakan guna menguji tingkat pemahaman anda setelah memperoleh pengajaran. Jawablah setiap pertanyaan dalam tes tersebut, dan nilai yang anda peroleh agar dijadikan sebagai umpan balik untuk menilai lagi apakah materi dalam kegiatan belajar sudah anda kuasai dengan baik atau belum.

Tujuan Pembelajaran

1. Mahasiswa mampu memahami konsep Biokimia yang meliputi Karbohidrat, Protein, Asam Nukleat, Enzim, Lipid, Vitamin dan Mineral serta mengaplikasikannya dalam menyelesaikan masalah dan menerapkan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Mahasiswa mampu memahami teori, konsep, substansi dan proses Biokimia dengan mengimplementasikan dalam praktikum uji zat makanan secara kualitatif dan mampu bekerjasama dalam tim

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengertian Biokimia

Biokimia adalah ilmu yang mempelajari tentang peranan berbagai molekul dalam reaksi kimia dan proses yang berlangsung dalam makhluk hidup . jangkauan ilmu biokimia sangat luas sesuai dengan kehidupan itu sendiri. Tidak hanya mempelajari proses yang berlangsung dalam tubuh manusia, ilmu Biokimia juga mempelajari berbagai proses pada organisme mulai dari yang sederhana sampai yang kompleks.

Definisi Biokimia menurut Para Ahli. Biokimia adalah Bios = Yunani, artinya “hidup” “kimia makhluk hidup; kimia yang terjadi dan menjadi ciri kehidupan”. Biokimia adalah kimia dari bahan-bahan dan proses-proses yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup; sebagai upaya untuk memahami proses kehidupan dari sisi kimia.

Fungsi biologis dari sudut pandang kimia. Pemahaman bentuk dan fungsi biologis dari sudut pandang kimia bertujuan untuk memahami interaksi molekul-molekul tak hidup yang menghasilkan fenomena kompleks dan efisien yang menjadi ciri-ciri kehidupan serta menjelaskan keseragaman kimia dari kehidupan yang beragam.¹

Hubungan biokimia dengan ilmu lain: Kimia Organik yang mempelajari sifat-sifat biomolekul. Biofisika, yang

¹ Girinda, A. *Biokimia I*. 1990 Penerbit hal.23

memanfaatkan teknik-teknik fisika untuk mempelajari struktur biomolekul. Nutrisi, yang memanfaatkan pengetahuan tentang metabolisme untuk menjelaskan kebutuhan makanan bagi makhluk hidup mempertahankan kehidupan normalnya. Kesehatan, yang mencari pemahaman tentang keadaan sakit dari sudut pandang molekular. Mikrobiologi, yang menunjukkan bahwa organisme sel tunggal dan virus cocok untuk digunakan sebagai sarana mempelajari jalur-jalur metabolisme dan mekanisme pengendaliannya. Fisiologi, yang mempelajari proses kehidupan pada tingkat jaringan dan organisme. Biologi sel, yang mempelajari pembagian kerja biokimia dalam sel. Genetika, yang mempelajari mekanisme penyusunan identitas biokimia sel.

Biokimia menarik untuk dipelajari, karena materinya berorientasi pada proses-proses kehidupan yang berlandaskan kimia dan kaidah-kaidahnya, terutama kimia organik. Tidak salah bila *dikatakan* bahwa biokimia mempelajari *dinamisasi* komponen-komponen kimia penyusun sel. Bagaimana senyawa kimia penyusun sel yang struktur dan komposisi berbeda dapat berinteraksi dan berintegrasi satu sama lain dan terorganisasi dengan baik dalam wujud/bentuk makhluk hidup atau organisme. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, kita mencoba membedakan antara struktur benda mati (abiotik) dengan struktur organisme/benda hidup (biotik atau: sel) terlebih dulu sebagai suatu orientasi untuk memahami biokimia.²

Bila suatu benda mati, misalnya pasir, batu, tanah, air dan lain-lain dibiarkan di alam terbuka untuk beberapa waktu, akan terlihat perubahan strukturnya, baik struktur eksternal maupun *internal*. Pada akhirnya, benda tersebut akan *hilang* menyamakan diri atau menyatu dengan alam sekitarnya atau

² Ibid hal.26

benda sekelilingnya. Akan tetapi, bila suatu benda hidup atau organisme, misalnya seekor tikus, dibiarkan untuk beberapa lama di alam terbuka, dengan asumsi segala keperluan untuk hidupnya dipenuhi, maka akan terlihat struktur eksternal dan internalnya tetap utuh sebagaimana kodratnya seekor tikus. Mengapa demikian?, sistem apakah yang terjadi pada organisme tersebut sehingga struktur eksternal dan internalnya dapat bertahan? Biokimialah yang akan menerangkan, mengapa seekor tikus itu dapat mempertahankan kodratnya selama ia masih hidup.

Dari uraian di atas dapatlah dikaji bahwa benda mati maupun organisme sama-sama dibangun oleh unsur-unsur kimia yang sama, tetapi berbeda dalam *struktur* dan *tatanan*. *Benda mati* tidak memiliki struktur dan tatanan sehingga dapat dikatakan benda mati disusun oleh unsur-unsur kimia yang *tidak beraturan* atau *amburadul*. Sedangkan pada *organisme*, unsur kimia yang membangunnya memiliki *struktur* dan *tatanan*, bahkan memiliki *arsitektur*.³ Perbedaan secara biofisika struktur molekuler yang menyusun benda mati (abiotik) dan struktur molekuler yang menyusun organisme (biotik) dapat diilustrasikan sebagai berikut (Tabel 1.1)

³ Anna, P. 1994. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta hal.

Tabel 1.1 Perbedaan struktur molekuler yang menyusun benda mati dan struktur molekuler yang menyusun organisme.⁴

Struktur Molekuler Benda Mati	Struktur Molekuler Organisme
Struktur dan susunannya sederhana dan tidak terorganisasi, tidak beraturan dan amburadu.	Struktur dan susunannya kompleks, terorganisasi secara sempurna, baik eksternal-internal, mikroskopis-makroskopis
Setiap bagian atau komponen yang membangun benda tidak memiliki fungsional.	Setiap bagian atau komponen yang membangun organisme (sel) memiliki fungsional khusus, baik makroskopis (kulit, daun, akar, jantung, paru-paru, ginjal dan sebagainya) maupun mikroskopis (membrane sel, sitoplasma sel, mitokondria, inti sel). Bahkan komponen kimiawi sel seperti protein, karbohidrat, lipid, dan asam nukleat memiliki fungsional.

⁴ Poedjiadi, A., Supriyanti, T., Soemodimedjo, P. 2006. *Dasar-dasar Biokimia*.hal: 67

<p>Tidak memiliki lima proses kehidupan: gerak, tumbuh, iritabilitas, reproduksi dan metabolisme. Jika dibiarkan di alam terbuka, cenderung akan terurai sampai mencapai keseimbangan dengan zat di sekelilingnya atau sirna.</p>	<p>Memiliki lima proses kehidupan, mampu mengubah / transformasi bentuk energi lingkungan menjadi energi kimia untuk kehidupan. Komponen kimia yang menyusun sel senantiasa dinamis (<i>turn over</i>) setiap saat. Akibat dari semuanya itu, organisme / sel dapat / mampu mempertahankan kodratnya.</p>
<p>Tidak memiliki proses regenerasi</p>	<p>Cenderung akan mempertahankan keberadaannya (eksis) di alam ini, karena memiliki proses regenerasi / reproduksi.</p>

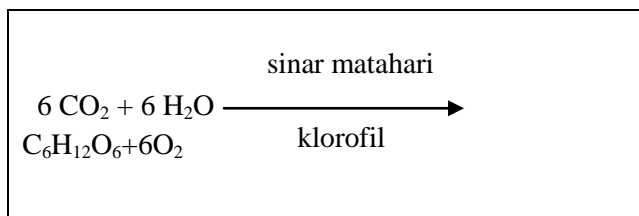
TUGAS !

1. Jelaskan definisi Biokimia menurut para ahli !
2. Apa saja perbedaan struktur molekuler benda mati dengan struktur molekuler suatu organisme ?
3. Apa manfaat mempelajari biokimia bagi kehidupan ?
4. Apa yang kamu ketahui tentang biokimia, jelaskan secara sederhana ?
5. Bagaimana hubungan biokimia dengan ilmu lain ?

BAB II

KARBOHIDRAT

Karbohidrat atau biasa dikenal secara awam sebagai gula merupakan bagian utama dari kalori yang sangat dibutuhkan makhluk hidup termasuk mikroorganisme. Karbohidrat adalah zat organik utama yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan dan biasanya mewakili 50 sampai 75 persen dari jumlah bahan kering dalam bahan makanan ternak. Karbohidrat sebagian besar terdapat dalam biji, buah dan akar tumbuhan. Karbohidrat terbentuk dari proses fotosintesis yang melibatkan sinar matahari terhadap hijauan daun. Secara sederhana proses fotosintesis pada tanaman adalah sebagai berikut:



Hasil fotosintesis ini menjadi sumber energi pokok bagi proses metabolisme manusia, hewan, tumbuhan dan mikroorganisme. Karbohidrat tidak hanya sebagai sumber energi. Polimer karbohidrat dapat berperan sebagai unsur struktural dan penyangga dalam dinding sel bakteri dan tanaman serta jaringan pengikat pada sel hewan.⁵

⁵ Ir. Sugiono. Kimia Pangan. Universitas Negeri Yogyakarta. 2004

Nama karbohidrat berasal dari unsur penyusun utamanya yaitu karbon dan hidrat (hidrogen dan oksigen). Karbohidrat umum juga dikenal sebagai sakarida (berarti gula dalam bahasa Yunani). Ratio penyusun karbohidrat yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen yaitu 1:2:1. Secara umum rumus empiris karbohidrat dikenal sebagai $(\text{CH}_2\text{O})_n$.

Karbohidrat adalah polihidroksi aldehida atau keton atau senyawa yang menghasilkan senyawa-senyawa ini bila dihidrolisa. Unsur utama pembentuk karbohidrat adalah karbon, hidrogen dan oksigen dengan rumus umum $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$. Suatu senyawa digolongkan sebagai karbohidrat bukan hanya berdasarkan rumus empiris saja melainkan juga karena memiliki 3 gugus fungsi. Ketiga gugus fungsi tersebut adalah:

- a. Gugus alkohol : $-\text{OH}$
- b. Gugus Aldehida : $-\text{CHO}$
- c. Gugus Keton : $-\text{CH}_2\text{OH}$

Struktur karbohidrat yang ditentukan gugus fungsi akan terkait dengan sifat kimia dan sifat fisiknya (aktivitas optik). Terdapat tiga golongan utama karbohidrat yaitu monosakarida, oligosakarida dan polisakarida yang akan diuraikan berikut ini.

2.1 Monosakarida

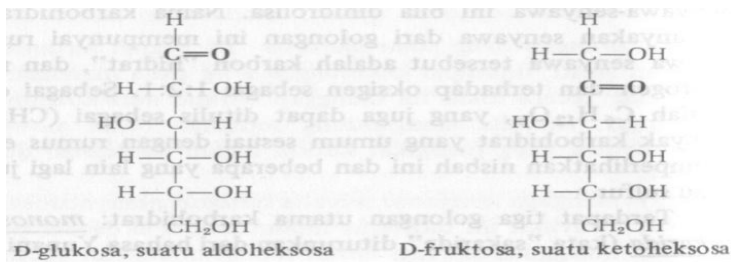
Monosakarida adalah karbohidrat yang terdiri dari satu unit polihidroksi aldehida atau keton. Monosakarida yang paling banyak dalam D-glukosa 6-karbon. Monosakarida disebut juga dengan gula sederhana . monosakarida dikenal dengan rumus empiris $(\text{CHO}_2)_n$ $n \geq 3$

a. Struktur kimia

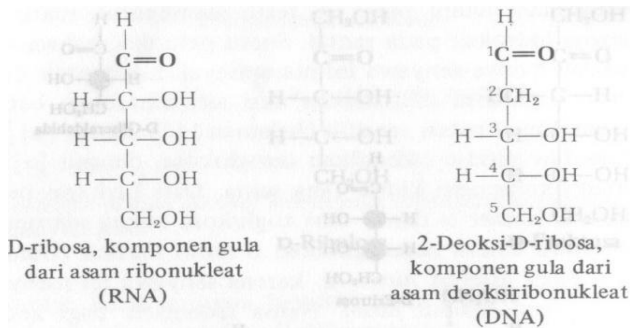
Kerangka monosakarida adalah rantai karbon berikatan tunggal yang tidak bercabang. Satu diantara atom karbon berikatan ganda terhadap suatu atom oksigen membentuk gugus karbonil. Terdapat 2 golongan monosakarida yaitu aldosa dan ketosa. Jika gugus karbonil berada pada ujung rantai karbon maka monosakarida tersebut adalah suatu aldehida atau disebut *aldosa* (gambar 2.1). Jika gugus karbonil berada pada posisi lain di rantai karbon maka monosakarida tersebut adalah suatu keton atau disebut *ketosa* (gambar 2.1). Golongan heksosa (6 atom karbon) mencakup D-glukosa dan D-fruktosa adalah monosakarida yang banyak dijumpai di alam (gambar 2.2). Sementara jenis aldopentosa D-ribosa dan 2-deoksi-D-ribosa merupakan komponen asam nukleat (gambar 2.3).



Gambar 2.1 contoh aldosa dan ketosa



Gambar 2.2 dua jenis heksosa yang umum dijumpai

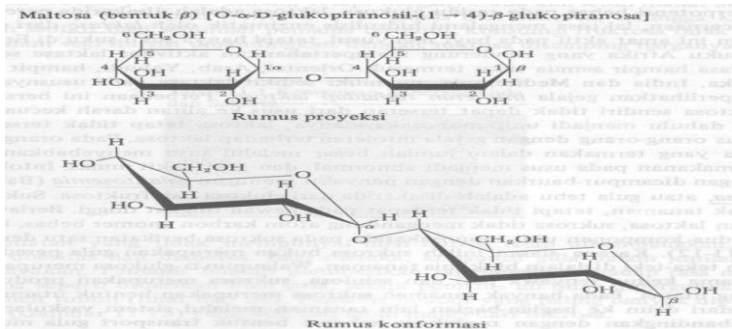


Gambar 2.3 komponen pentose dari asam nukleat⁶

Struktur monosakarida yang terdiri dari lima atau lebih atom karbon dalam larutan berbentuk siklik atau lingkaran. Gula heksosa membentuk lingkaran disebut *piranosa* karena senyawa ini menyerupai senyawa cincin dengan 6 anggota yang disebut *piran* (gambar 2.3). Aldoheksosa yang terdapat dalam bentuk cincin yang mempunyai 5 anggota disebut *furanosa* karena menyerupai bentuk cincin 5 anggota (*furan*) (gambar 2.4). Hanya aldosa yang dapat membentuk cincin piran stabil dibandingkan furan. Bentuk isomer dari monosakarida yang berbeda satu dengan lainnya, hanya dalam konfigurasi di sekitar atom karbon hemiasetal/hemiketal, seperti α -D-Glukosa dan β -D-glukosa disebut *anomer* (gambar 2.4).

Rumus struktur cincin monosakarida secara tiga dimensi dapat ditunjukkan dengan dua cara yaitu *rumus proyeksi Haworth* dan *rumus konformasi*. Sebagai contoh pada maltosa (Gambar 2.5). Konformasi tiga dimensi spesifik gula sederhana 6 karbon penting dalam menentukan sifat-sifat biologi dan fungsi beberapa polisakarida.

⁶ ibid hal.34



Gambar 2.5 perbandingan rumus struktur maltosa dengan menggunakan rumus konformasi.

b. Sifat Kimia

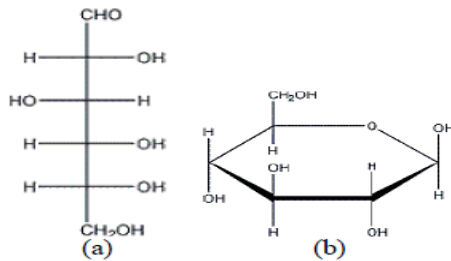
Monosakarida tidak berwarna dan berbentuk kristal padat yang larut dalam air namun tidak larut dalam pelarut non-polar. Umumnya monosakarida memiliki rasa manis dan bersifat optik aktif. Monosakarida bersifat mereduksi senyawa-senyawa pengoksidasi seperti ferisianida, hidrogen peroksida atau ion kupri (Cu^{2+}). Glukosa dan gula-gula lain yang mampu mereduksi senyawa pengoksidasi disebut *gula pereduksi*. Sifat ini akan berguna dalam analisis gula.

Glukosa

Glukosa merupakan suatu aldohexosa, disebut juga dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan. Glukosa merupakan komponen utama gula darah, menyusun 0,065 - 0,11% darah kita. Glukosa dapat terbentuk dari hidrolisis pati, glikogen dan maltosa.

Glukosa sangat penting bagi kita karena sel tubuh kita menggunakannya langsung untuk menghasilkan energi. Glukosa dapat dioksidasi oleh zat pengoksidasi lembut seperti

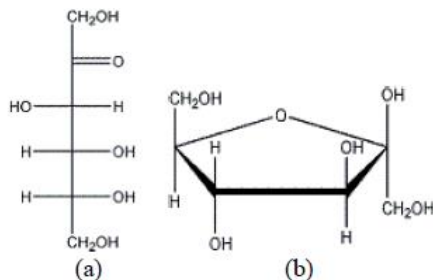
pereaksi Tollens sehingga sering disebut sebagai gula pereduksi.



Gambar 2.6 (a) Struktur glukosa rantai lurus, (b) Struktur glukosa berbentuk cincin⁷

Fruktosa

Fruktosa adalah suatu heksulosa, disebut juga levulosa. Karena memutar bidang polarisasi ke kiri. Fruktosa merupakan satu-satunya heksulosa yang terdapat dalam madu. Fruktosa merupakan gula yang termanis terdapat dalam madu dan buah-buahan bersama glukosa. Fruktosa dapat terbentuk dari hidrolisis satu disakarida yang disebut sukrosa dan fruktosa adalah salah satu gula pereduksi.

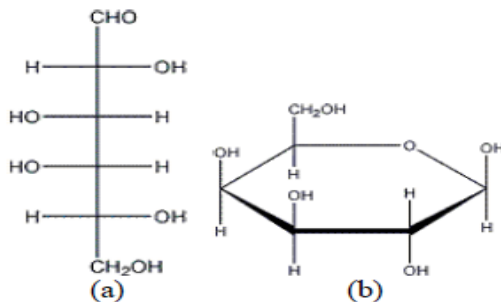


Gambar 2.7 (a) Struktur Fruktosa rantai lurus, (b) Struktur Fruktosa bentuk cincin

⁷Lehninger, AL.1982. *Dasar-dasar Biokimia jilid I*. Terjemahan Maggy Thenawidjaya. Penerbit Gelora Aksara Pertama.

Galaktosa

Galaktosa merupakan suatu aldohexosa. Monosakarida ini jarang terdapat bebas di alam. Umumnya berikatan dengan glukosa dalam bentuk laktosa, yaitu gula yang terdapat dalam susu. Galaktosa mempunyai rasa yang kurang manis jika dibandingkan dengan glukosa dan kurang larut dalam air. Seperti halnya glukosa, galaktosa juga merupakan gula pereduksi.



Gambar 2.8 (a) Struktur Galaktosa rantai lurus, (b) Struktur Galaktosa bentuk cincin⁸

2.2 Oligosakarida

Oligosakarida adalah rantai pendek yang terbentuk dari unit-unit monosakarida yang digabungkan bersama-sama oleh ikatan kovalen. Oligosakarida yang paling sederhana adalah disakarida yang memiliki 2 unit monosakarida.

Contoh-contoh oligosakarida :

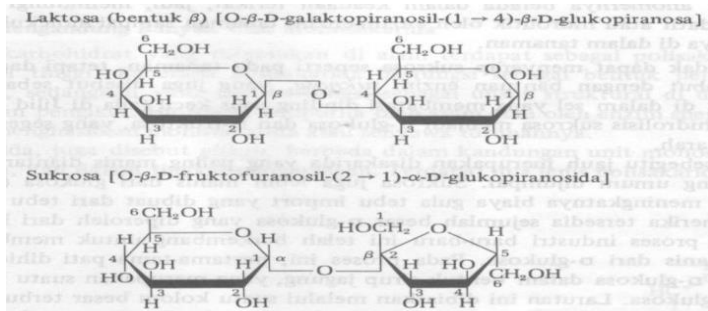
⁸ ibid hal.41

- 1) Disakarida
 - Sukrosa = Glukosa + Fruktosa
 - Laktosa = Glukosa + Galaktosa
 - Maltosa = Glukosa + Glukosa
- 2) Trisakarida
 - Rafinosa = Galaktosa + Glukosa + Fruktosa
 - Manotriosa Galaktosa + Galaktosa + Glukosa
- 3) Tetrasakarida
 - Stakiosa = 2 Galakotsa + 1 Glukosa + 1 Fruktosa

a. Struktur Kimia

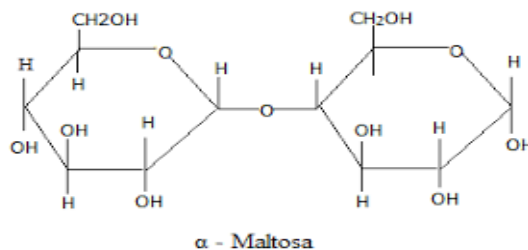
Disakarida terdiri dari 2 molekul monosakarida yang berikatan kovalen terhadap sesamanya. Ikatan kimia yang menggabungkan kedua unit monosakarida disebut ikatan glikosida dan dibentuk jika gugus hidroksil pada salah satu gula bereaksi dengan karbon anomer pada gula yang kedua. Ikatan glikosida dapat segera terhidrolisa oleh asam namun tahan terhadap basa.

Disakarida yang banyak terdapat di alam yang paling umum adalah sukrosa, laktosa dan maltosa. Maltosa adalah disakarida yang paling sederhana, merupakan gabungan dari dua molekul glukosa (gambar 2.5). Sedangkan laktosa merupakan disakarida hasil gabungan dari molekul glukosa dan galaktosa (gambar 2.9). jenis disakarida ini hanya terdapat susu. Hidrolisis laktosa dapat dilakukan oleh enzim laktose.



Gambar 2.9 Struktur Laktosa dan Sukrosa⁹

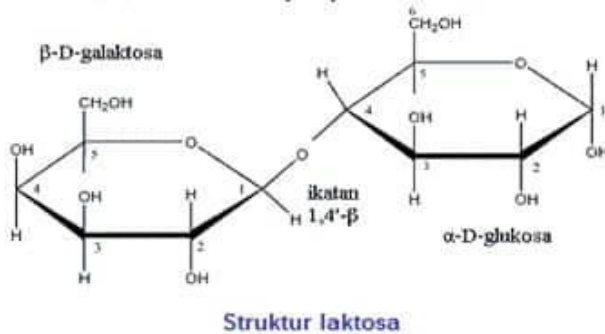
Sukrosa atau gula tebu adalah disakarida dari glukosa dan fruktosa. Sukrosa dibentuk oleh banyak tanaman, tetapi tidak terdapat pada hewan tingkat tinggi. Hewan tidak dapat menyerap sukrosa seperti pada tanaman, tetapi dapat menyerap molekul tersebut dengan bantuan enzim *suknosa*. Sukrosa merupakan produk fotosintesis antara yang utama. Pada banyak tanaman sukrosa merupakan bentuk utama dalam transport gula dari daun ke bagian lain tanaman melalui sistem vaskular. Sukrosa merupakan disakarida yang paling manis diantara ketiga jenis disakarida yang umum dijumpai.



Gambar 2.10 Struktur Maltosa¹⁰

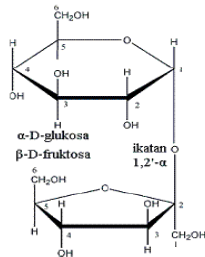
⁹ ibid

Dari struktur maltosa diatas, terdiri dari dua molekul glukosa, dari hidrolisis pati β -amylase, merupakan gula reduksi. Gugus – O- sebagai penghubung antar unit yaitu menghubungkan C 1 dari α -D-glukosa dengan C 4 β -D-glukosa.



Gambar 2.11 Struktur Laktosa

Struktur laktosa ini terdiri atas galaktosa dan glukosa, terdapat pada susu mamalia (2 – 8,5%), sapi dan kambing (4,5 – 4,8%). Laktosa ini merupakan gula reduksi.



Gambar 2.12 Struktur Sukrosa¹¹

Sukrosa ini terdiri atas glukosa dan fruktosa, terdapat pada batang tebu, bit, siwalan dan kelapa kopyor. Sukrosa bukan merupakan gula pereduksi.

¹⁰ Wulandari.E dan Hendarmin,A. 2004. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta

¹¹ ibid

b. Sifat Kimia

Maltosa dan laktosa adalah gula pereduksi karena gula ini memiliki gugus karbonil yang berpotensi bebas, yang dapat dioksidasi. Sedangkan sukrosa tidak bersifat pereduksi karena tidak mengandung atom karbon anomer bebas.

2.3 Polisakarida

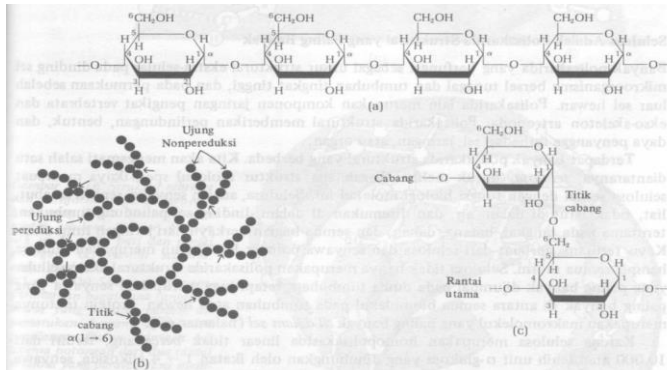
Kebanyakan karbohidrat yang ditemukan di alam terdapat sebagai polisakarida dengan berat molekul tinggi. Hidrolisis sempurna oleh asam atau enzim spesifik terhadap polisakarida menghasilkan monosakarida atau senyawa turunannya. Gabungan lebih dari 10 unit monosakarida disebut sebagai polisakarida.

a. Struktur Kimia

Polisakarida, disebut juga glikan, berbeda dalam kandungan unit monosakarida, panjang rantainya, dan dalam tingkat percabangannya. Terdapat dua jenis polisakarida, yaitu homopolisakarida, yang mengandung hanya satu jenis unit monomer dan heteropolisakarida, yang mengandung dua atau lebih jenis unit monosakarida yang berbeda. Contoh homopolisakarida adalah pati yang berasal dari unit-unit D-glukosa dan contoh heterosakarida adalah asam hialuronat yang berasal dari 2 jenis monosakarida. Polisakarida yang penting di alam yaitu pati pada tumbuhan dan glikogen pada hewan.¹²

¹² Stryer, L. 2000. *Biokimia Volume 1 Edisi 4*. Terjemahan : Bagian Biokimia FKUI Edisi Syahbanar Soebianto & Evisetiadi

Pati terutama terdapat dalam jumlah tinggi pada golongan umbi seperti kentang dan biji-bijian seperti jagung. Pati mengandung dua jenis polimer glukosa yaitu α -amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki struktur tidak bercabang sementara amilopektin memiliki struktur bercabang tingkat tinggi (gambar 2.7).



Gambar 2.13 (a) amilosa; (b) amilopektin; (c) struktur suatu titik cabang¹³

Glikogen merupakan polisakarida utama pada hewan dan memiliki struktur bercabang dari gabungan D-glukosa dalam ikatan $\alpha(1\rightarrow4)$. Pada glikogen percabangannya lebih banyak dan strukturnya lebih kompak daripada amilopektin. Selulosa merupakan homopolisakarida linear yang tidak bercabang, terdiri dari 10.000 atau lebih unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan $1\rightarrow4$ glikosida.

Contoh karbohidrat yang terdiri dari banyak polisakarida (lebih dari 10)

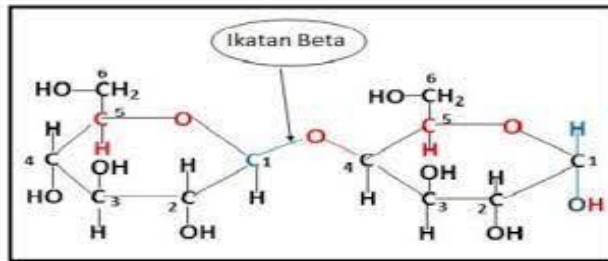
¹³ ibid hal.57

- Selulosa
- Pati/ amilum
- Glikogen

Dekomposisi pati: Pati →dekstrin → maltosa → glukosa

Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida yang banyak dijumpai dalam dinding sel pelindung seperti batang, dahan, daun dari tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan polimer yang berantai panjang dan tidak bercabang. Suatu molekul tunggal selulosa merupakan polimer rantai lurus dari 1,4'- β -D-glukosa. Hidrolisis selulosa dalam HCL 4% dalam air menghasilkan D-glukosa.



Gambar 2.14 Struktur Selulosa¹⁴

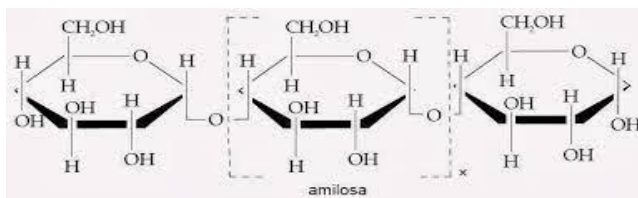
Dalam sistem pencernaan manusia, terdapat enzim yang dapat memecahkan ikatan α -glikosida, tetapi tidak terdapat enzim untuk memecah ikatan β -glikosida yang terdapat dalam selulosa sehingga manusia tidak dapat mencerna selulosa. Dalam sistem pencernaan hewan herbivora terdapat beberapa

¹⁴ Poedjiadi, A., Supriyanti, T., Soemodimedjo, P. 2006. *Dasar-dasar Biokimia*. Penerbit Universitas Indonesia

bakteri yang memiliki enzim β -glukosida sehingga hewan jenis ini dapat menghidrolisis selulosa. Contoh hewan yang memiliki bakteri tersebut adalah rayap, sehingga dapat menjadikan kayu sebagai makanan utamanya. Selulosa sering digunakan dalam pembuatan plastik. Selulosa nitrat digunakan sebagai bahan peledak, campurannya dengan kamper menghasilkan lapisan film (seluloid).

Pati / Amilum

Pati yang juga merupakan simpanan energi didalam sel tumbuhan ini berbentuk butiran-butiran kecil mikroskopik dengan diameter berkisar antara 5-50 nm. Pati terbentuk lebih dari 500 molekul monosakarida. Merupakan polimer dari glukosa. Pati terdapat dalam umbi-umbian sebagai cadangan makanan pada tumbuhan. Jika dilarutkan dalam air panas, pati dapat dipisahkan menjadi dua fraksi utama yaitu amilosa dan amilopektin. Perbedaan terletak pada rantai dan jumlah monomernya. Komposisi kandungan amilosa dan amilopektin ini akan bervariasi dalam produk pangan dimana produk pangan yang memiliki kandungan amilopektin tinggi akan semakin mudah untuk dicerna.

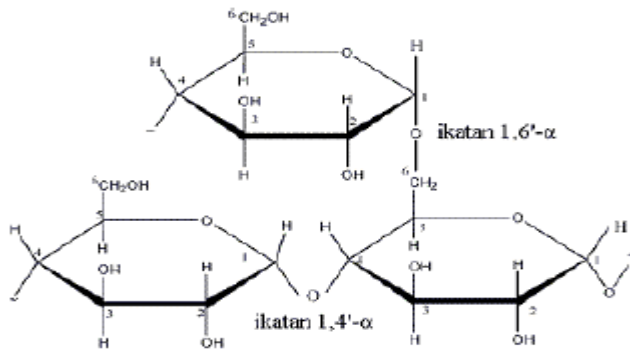


Gambar 2.15 Struktur Amilosa¹⁵

Amilosa adalah polimer linier dari α -D-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan 1,4- α . Dalam satu molekul amilosa

¹⁵ Sugiono. 2004. *Kimia Pangan*. Universitas Negeri Yogyakarta

terdapat 250 satuan glukosa atau lebih. Amilosa membentuk senyawa kompleks berwarna biru dengan iodium. Warna ini merupakan uji untuk mengidentifikasi adanya pati. Molekul amilopektin lebih besar dari amilosa. Strukturnya bercabang. Rantai utama mengandung α -D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan 1,4'- α . Tiap molekul glukosa pada titik percabangan dihubungkan oleh ikatan 1,6'- α .¹⁶



Gambar 2.16 Struktur amilopektin¹⁷

Hidrolisis lengkap pati akan menghasilkan D-glukosa. Hidrolisis dengan enzim tertentu akan menghasilkan dextrin dan maltosa.

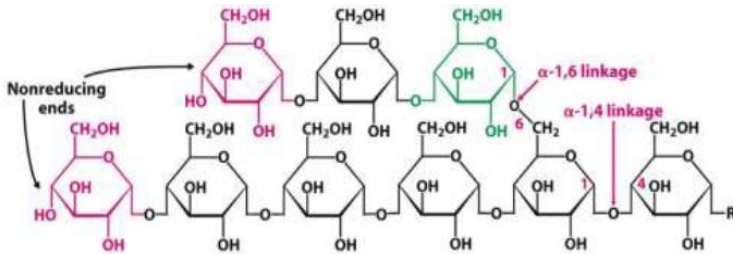
Glikogen

Glikogen merupakan sumber polisakarida utama pada hewan seperti pati pada sel tanaman. Glikogen merupakan polisakarida bercabang dari D-glukosa dengan ikatan α (1 – 4) tetapi memiliki percabangan yang lebih banyak dengan struktur

¹⁶ Stryer, L. 2000. *Biokimia Volume 1 Edisi 4*. Terjemahan : Bagian Biokimia FKUI Edisi Syahbanar Soebianto & Evisetiadi

¹⁷ ibid

yang lebih kompak dibandingkan dengan amilopektin. Ikatan pada percabangan adalah α (1 - 6). Glikogen terutama banyak terdapat dalam hati. Glikogen tidak mereduksi larutan benedict dan dengan iodium memberi warna merah.



Gambar 2.17 Struktur Glikogen¹⁸

b. Sifat Kimia

Pati dan glikogen dihidrolisa dalam saluran pencernaan oleh enzim amilase. Enzim α -amilase menguraikan ikatan α -(1 \rightarrow 4) dan α -(1 \rightarrow 6) diuraikan oleh enzim α -(1 \rightarrow 6)-glukosidase. Pada sel hewan, glikogen terdegradasi oleh jenis enzim lain, glikogen terdegradasi oleh jenis enzim lain, *glikogen fosforilase*, yang memecah glikogen menjadi glukosa-1-fosfat.

Ikatan B selulosa pada rantai D-glukosa membentuk konformasi yang melebar dan mengalami pengelompokan antar sisi menjadi serat yang tidak larut. Ruminansia mampu mencerna selulosa karena memiliki enzim *selulose* yang dikeluarkan oleh mikroorganisme dalam rumen ruminansia.¹⁹

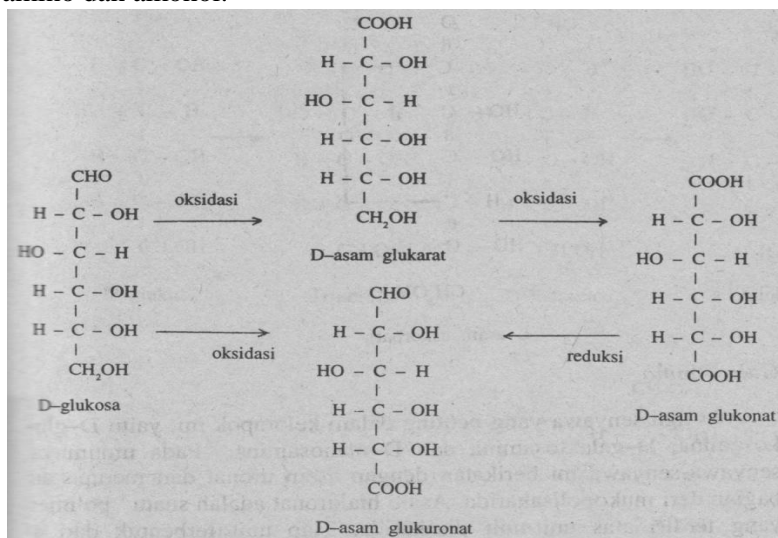
¹⁸ Girinda, A. 1990. *Biokimia I*. Jakarta

¹⁹ Sugiono. 2004. *Kimia Pangan*. Universitas Negeri Yogyakarta

2.4 Derivat dan Gabungan Karbohidrat

Monosakarida mempunyai gugus fungsi yang dapat dioksidasi menjadi gugus karboksilat. Asam yang terbentuk dapat dipandang sebagai derivat monosakarida. Disamping itu dikenal pula gula amino, yaitu monosakarida yang mengandung gugus -NH_2 . Selain dapat dioksidasi gugus aldehida dan keton dapat pula direduksi menjadi gugus alkohol.

Oksidasi terhadap monosakarida dapat menghasilkan beberapa macam asam dan senyawa lainnya, misalnya : asam-asam, gula amino dan alkohol.



Gambar 2.18 Reaksi Reduksi-Oksidasi (Redoks) Dari D-glukosa²⁰

Glikoprotein adalah protein yang mengandung karbohidrat yang terikat secara kovalen yang merupakan monosakarida tunggal atau oligosakarida yang relatif pendek.

²⁰ Sugiono. 2004. *Kimia Pangan*. Universitas Negeri Yogyakarta

Bagian karbohidrat dapat mencapai 30% karbohidrat atau lebih. Hampir semua protein pada permukaan sebelah luar hewan adalah glikoprotein. Glikoprotein ekstraselular paling menonjol adalah protein anti-beku pada beberapa spesies ikan di kutub. Contoh glikoprotein pada membran diantaranya adalah glikoforin dan fibronektin. Proteoglikan merupakan derivat karbohidrat dengan komponen utamanya adalah karbohidrat.

2.5 Fungsi Biologi Karbohidrat

Beberapa polisakarida berfungsi sebagai bentuk penyimpanan bagi monosakarida, sedangkan yang lain berfungsi sebagai unsur struktural di dalam dinding sel dan jaringan pengikat. Polisakarida penyimpan yang paling penting di alam adalah pati, yang khas pada sel tanaman dan glikogen pada sel hewan.

Banyak polisakarida yang berfungsi sebagai unsur struktural ekstra selular pada dinding sel mikroorganisme bersel tunggal dan tumbuhan dan permukaan sebelah luar sel hewan. Polisakarida struktural memberikan perlindungan, bentuk dan daya penyangga terhadap sel, jaringan atau organ. Contohnya selulosa. Kayu terbuat dari selulosa dan polimer lain sedangkan katun merupakan selulosa murni.

Selulosa merupakan senyawa yang amat berguna. Kayu, katun, kertas dan papan sebagian besar merupakan selulosa. Lebih jauh, selulosa adalah bahan dasar dari banyak produk lain, seperti rayon, genteng isolasi dan bahan-bahan pembungkus dan pembangun lainnya. Polisakarida pada kulit udang, kepiting dan banyak invertebrata terbentuk dari polisakarida kitin.²¹

²¹ Wulandari, E dan Hendarmin, A. 2004. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta

TUGAS !

1. Jelaskan Metabolisme Karbohidrat !
2. Ada beberapa jenis monosakarida yang paling dikenal dan memegang peran penting dalam kehidupan, salah satunya adalah hexosa. Jelaskan tentang hexosa dan berikan contohnya !
3. Sebutkan macam-macam polisakarida !
4. Gambarkan struktur molekul dari polisakarida !
5. Sebutkan sumber karbohidrat yang terdapat pada makanan serta jelaskan tipe-tipe karbohidrat yang terkandung dalam makanan tersebut !

DAFTAR PUSTAKA

- Anna, P. 1994. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Girinda, A. 1990. *Biokimia I*. Penerbit PT. Gramedia. Jakarta.
- Lehniger, AL.1982. *Dasar-dasar Biokimia jilid I*. Terjemahan Maggy Thenawidjaya. Penerbit Gelora Aksara Pertama. Erlangga.
- Poedjiadi, A., Supriyanti, T., Soemodimedjo, P. 2006. *Dasar-dasar Biokimia*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Stryer, L. 2000. *Biokimia Volume 1 Edisi 4*. Terjemahan : Bagian Biokimia FKUI Edisi Syahbanar Soebianto & Evisetiadi. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Sugiono. 2004. *Kimia Pangan*. Universitas Negeri Yogyakarta. UNY:Yogyakarta
- Wulandari.E dan Hendarmin,A. 2004. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta : Universitas Press